

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 59076687  
PUBLICATION DATE : 01-05-84

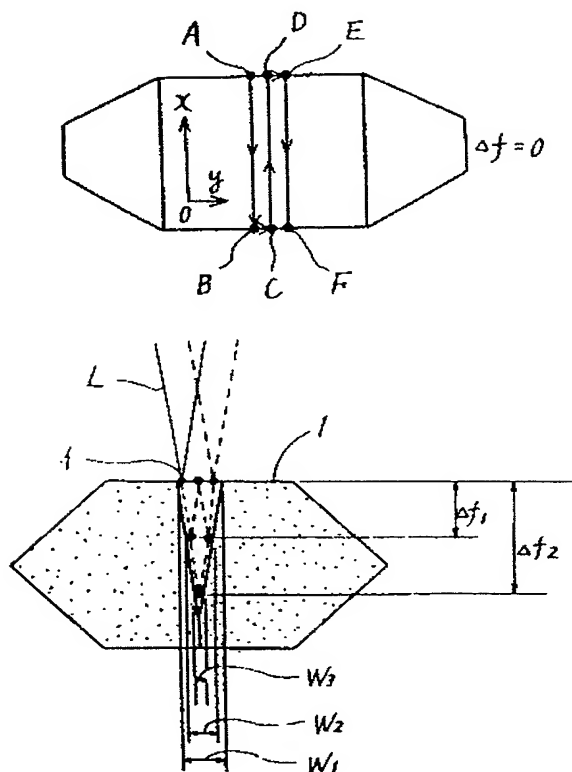
APPLICATION DATE : 22-10-82  
APPLICATION NUMBER : 57184644

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : ISHIKAWA KEN;

INT.CL. : B23K 26/00

TITLE : LASER CUTTING METHOD



**ABSTRACT :** PURPOSE: To cut surely a relatively thick-walled and hard material such as diamond by condensing and irradiating laser light to the working surface, cutting and scanning the same at a prescribed width, then narrowing gradually and stepwise the irradiation width thereafter, moving successively the focal point to the inside and repeating the working.

CONSTITUTION: X, Y, Z tables which control triaxially the working position of a diamond 1 are provided. Laser light L is oscillated and the focal point thereof is matched with (a) on the working surface, i.e., flatly at the point A. The X or Y table is controlled to cut and scan A→B→C→D→E→F at a prescribed speed until the entire range of a width  $W_1$  is irradiated, whereby a groove is cut to a depth  $\Delta f_1$ . When the prescribed working depth is attained in the above-mentioned way, the Z table is controlled to shift the focal point to the base (equivalent to  $\Delta f_1$ ) of the worked groove and to narrow the irradiation width to  $W_2$ , then the scanning is repeated and the groove width is thereafter narrowed stepwise and the working depth is successively deepened by setting the focal point to the inner part. The condensed beam irradiates efficiently the boundary surface of the working, whereby the depth of the cut groove is increased.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—76687

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 23 K 26/00

識別記号

庁内整理番号  
7362—4E

⑬ 公開 昭和59年(1984)5月1日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ レーザ切断方法

浦電気株式会社生産技術研究所  
内

⑯ 特 願 昭57—184644

⑰ 出 願 人 東京芝浦電気株式会社

⑱ 出 願 昭57(1982)10月22日

川崎市幸区堀川町72番地

⑲ 発 明 者 石川憲

⑳ 代 理 人 弁理士 則近憲佑 外1名

横浜市磯子区新杉田町8東京芝

明 細 書

1. 発明の名称 レーザ切断方法
2. 特許請求の範囲

(1)被加工物の一方の面に向かって集光光学系で集光されたレーザ光を照射し上記一方の面に投影されるレーザスポット径より広幅になる第1の溝を形成する第1の工程と、上記一方の面と集光光学系との離間距離を相対的に縮めてレーザ光の集光点を被加工物内部に設定するとともに上記第1の溝幅より狭幅の第2の溝を形成する第2の工程と、上記第1と第2の工程の關係に相当する第3以降の溝を形成する工程とを備えることを特徴とするレーザ切断方法。

(2)第2の工程以降の工程は第1の工程の工程における被加工物からの発光量の減少を検出したのちに開始されることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のレーザ切断方法。

3. 発明の詳細な説明

[発明の技術分野]

本発明はダイヤモンドまたはダイヤモンドに近

接する硬さをもつ材料を対象としたレーザ切断方法に関する。

[発明の技術的背景およびその問題点]

レーザ光は各種の材料の切断加工に適用されているが、近年ダイヤモンドに対しても適用が試みられている。第1図はダイヤモンドに対する一般的なレーザ切断の例を示すもので、ダイヤモンド(1)に集光レンズ(2)で集束された波長が1μm近くのレーザ光(3)を照射すると、深さ(4)の溝(4)が形成されたところで加工の進行が停止してしまう。これは透明体の被加工物では集光パワー密度を高めるため、開口数の大きな集束光とする必要があり、この条件ではレーザ光(3)の焦点深度が浅くなることによるものである。上記では、レーザ光(3)の照射を続行しても、ダイヤモンド(1)を加熱するだけで、切断するまでに至らない。この場合、レーザ光(3)のエネルギーを高めて行うことが考えられるが、熱衝撃によりダイヤモンド(1)自体を粉砕してることがあり、むやみにエネルギーを高めて照射することはできない。したがって、実用的には0.5mm以上

の厚さをもつダイヤモンドの切断は困難であった。

#### 〔発明の目的〕

ダイヤモンドおよびダイヤモンドに近接する硬さをもち、かつ比較的厚い材料を容易に切断する方法を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

切断走査を多段にし、しかも後段の切断走査幅を前段よりも狭くして行うことにより、切断部を狭めてゆくことにより、切断するようにしたものである。

#### 〔発明の実施例〕

本発明の一実施例を図に基いて説明する。第2図は本発明を実施するため装置の構成を示すものである。この図において、被加工物であるダイヤモンド(1)は架台(2)上で環状の固定具(3)およびこの固定具(3)を挿通し架台(2)に螺合するねじ(12...)により固定されている。上記固定具(3)はダイヤモンド(1)の上面の一部に接し、両側部における空間部には熱伝導ペーストなどからなるパッキング材(4)が充填されている。なお、架台(2)に長溝状の貫通

孔(4)が形成されていて、ダイヤモンド(1)はその切断部を貫通孔(4)の位置に対峙させて固定されている。架台(2)は支持部材(5)を介しZテーブル装置(6)に支持されている。Zテーブル(6)は基台(7)に設けられているYテーブル装置(8)に設架されているXテーブル装置(9)に支持されている。上記X、YおよびZテーブルの各装置(6, 8, 9)は制御装置(10)によりそれぞれ移動制御されるようになっている。

一方、(10)はモードセレクト(図示せず)をもつYAG等のQスイッチ固体レーザー発振器で、この発振器から放出されたレーザー光(L)は凹レンズ(11)、凸レンズ(12)からなるビーム拡大器(13)で拡大され、さらにダイクロイックミラー(14)および第1の集光レンズ(15)を経てダイヤモンド(1)の切断部に集束照射するように導かれる。(10)は第2の集光レンズで照射加工中におけるダイヤモンド(1)の加工部から反射し、ダイクロイックミラー(14)を透過してくる反射光(L)を光電検出器(16)からの出力信号は制御信号発生器(17)に輸入し、この発生器において設定信号と比較され設定信号より低レベルになった場

合に制御装置(10)に位置制御信号を入力するようになっている。

次に上記の装置によりダイヤモンドの切断について説明する。

第3図(a)乃至(e)は加工タイミングチャート図で、先ず、加工の開始時点( $t_1$ )ではX、YおよびZテーブル装置(6, 8, 9)によりレーザー光(L)の集光点位置は第4図および第5図に示すように切断中心から距離をおいた箇所、すなわち(F)あるいは平面的には(A)点に合わせられる。この点から時刻 $t_1 \sim t_2$ の間にXテーブル装置(9)で反対側の(B)点にまで走査され、さらに時刻 $t_2 \sim t_3$ の間にYテーブル装置(8)で直交に(C)点にまで走査される。このようにして時刻 $t_3$ までの間にXおよびYテーブル装置(9, 8)の移動制御で(B)点と対称になる(F)点までその間の(D)および(E)点を縫うようにして移動走査される。

以上の走査の繰り返しによって、幅( $W_1$ )の範囲にわたり全面照射されるので、レーザースポット径で形成するよりも幅広の溝が深さ $\Delta f_1$ で形成され

る。この場合、レーザースポットの直径は約 $30\mu\text{m} \sim 0.1\text{mm}$ と十分小さく集光できるので加工時に切断部以外の周囲に衝撃を与えて割れを発生するようなことはおこさないで済む。上記の溝の形成加工中、光電検出器(16)には十分な光量の反射光が検出されるが、加工が進行し加工部分がレーザー集光点から遠ざかるにつれ加工量が減少し加工部における発光も弱くなり光電検出器(16)における検出信号のレベルは低下する。検出信号のレベルが一定値以下に低下した時点で制御信号発生器(17)より制御装置(10)に所定の信号が発せられ、時刻 $t_3 \sim t_4$ においてレーザー集光点位置が変化される。すなわち、上記所定の信号により、Yテーブル装置(8)とともにZテーブル(6)が第1の集光レンズ(15)側に向けて一定量移動する。この移動はレーザー集光点位置が上記幅( $W_1$ )の溝の深さ $\Delta f_1$ の底部にくるように行われる。以上の制御動作の終了後、上記(A), (B), (E), (F)で囲まれる幅、( $W_1$ )より狭い幅、すなわち第6図に示す(G), (H), (I), (J)で囲まれる幅( $W_2$ )を形成すべく時刻 $t_4 \sim t_5$ の間で走査されレーザー照

射加工が行われる。この照射で深さは $\Delta f_2$ まで進行し、最終的に第7図の(K), (L)で示すレーザーポットの直後に相当する幅での走査により幅( $W_3$ )の溝を時刻 $t_{12} \sim t_{18}$ の間で繰り返して形成しダイヤモンド(1)の切断が完了する。

なお、上記実施例では溝を広く加工するのに平行な直線走査を複数本位置をずらして行ったが、直線ではなく溝幅相当の内径でスパイラル状に走査しレーザースポット径より広い幅の溝加工を行い、引き続きレーザー集光点を内部に送り小径の円で加工を行うようにしてもよい。溝幅方向に振幅させて行うようにしても加工できる。さらに切断形状が直線以外に円弧、曲線の切断に適用できることはいうまでもない。

#### 〔発明の効果〕

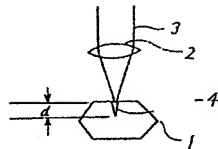
このようにダイヤモンドの内部に表面は広い溝幅を形成し、そのあとで溝幅を徐々に狭くし、集光点を内部に設定しながら加工を進行させるようにしたので、レーザー集光ビームは無駄なく加工境界面に照射する条件が保たれる。このことは加工

が絶えずとどこおりなしに進行することになる。すなわち、レーザー光のエネルギーはダイヤモンドの加工に消費され、加工物の蒸発とともに周囲に消散されるから加工物の温度上昇が低く抑えられるため熱影響を小さくできる。なお、溝形成はV形に断面を形成したが、溝の開き角度は集光ビームの形状に応じて必要最小限に設定するのがよい。すなわち開き角が大きすぎるとダイヤモンド素材の損失が大きく、小さすぎると能率的に加工を進行させることのできる溝深さが浅くなり、厚いダイヤモンドの切断ができなくなる。この場合、ダイヤモンドの位置を上下反転して両面から切断溝を形成すれば切断可能な溝深さの2倍までの厚味をもったダイヤモンドの切断ができる。

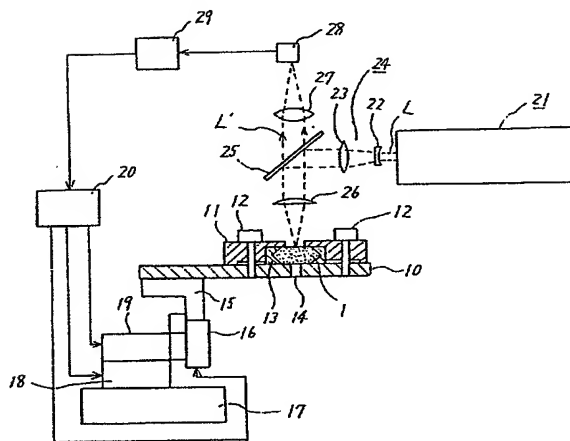
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の方法を示す概略図、第2図は本発明を実施するための装置の一例を示す構成図、第3図(a)乃至(e)は本発明の工程を示すタイムチャート図、第4図乃至第7図は本発明の切断工程を説明するための図である。

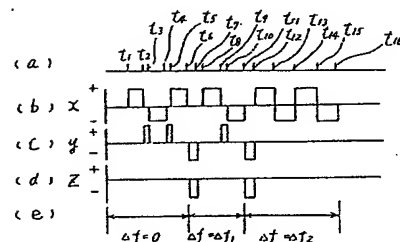
第1図



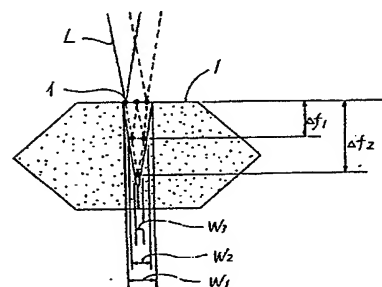
第2図



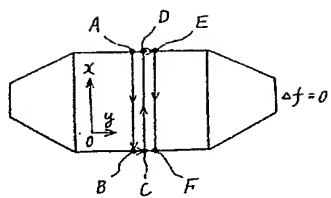
第3図



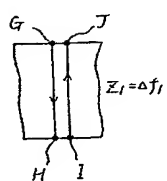
第4図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

